

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 40 38 308 A 1

124  
51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 03 H 1/04  
B 44 F 1/02  
B 44 B 5/02  
B 44 B 11/04

21 Aktenzeichen: P 40 38 308.3  
22 Anmeldetag: 30. 11. 90  
43 Offenlegungstag: 19. 3. 92

DE 40 38 308 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
18.09.90 DE 40 29 542.7 18.09.90 DE 40 29 540.0

71 Anmelder:  
Holtronic Gesellschaft für Holographie und  
Elektro-Optik mbH, 8011 Pliening, Ortsteil  
Ottersberg, DE

74 Vertreter:  
Lorenz, E.; Gossel, H., Dipl.-Ing.; Philipps, I., Dr.;  
Schäuble, P., Dr.; Jackermeier, S., Dr.; Zinnecker,  
A., Dipl.-Ing., Rechtsanwälte; Laufhütte, H.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.; Ingerl, R., Dr.,  
Rechtsanw., 8000 München

72 Erfinder:  
Jongh, Rudi de, 8200 Rosenheim, DE

54 Verfahren zur Herstellung von 2D- und/oder 3D-Hologrammen

57 Bei einem Verfahren zur Herstellung von 2D- und/oder 3D-Hologrammen wird ein die Vorlage bildendes holografisches optisches Element punkt- oder zeilenweise mit einem Laserstrahl über einen Bereich abgetastet, der in das herzustellende Hologramm übernommen werden soll. Zur Aufnahme des herzustellenden Hologramms wird lichtempfindliches Material an eine Stelle angeordnet, die gleichzeitig mit dem rekonstruierten Objekt- oder Referenzstrahl und dem diesen rekonstruierenden Laserstrahl beaufschlagt wird.

DE 40 38 308 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von 2D- und/oder 3D-Hologrammen oder holographisch optischen Elementen, die sich insbesondere auch als Vorlagen zur Herstellung von Prägestempeln zur Herstellung von Prägehologrammen eignen.

Reizvolle und dekorative Hologramme lassen sich dadurch herstellen, daß die beispielsweise von einem ungeordneten Diffusor, beispielsweise einer Mattscheibe, abgeleitete Objektwellenfront, die keine unterscheidbare Bildinformation enthält, zusammen mit dem Referenzstrahl als Regenbogenhologramm aufgezeichnet wird. Wird das so hergestellte Hologramm betrachtet, ergibt sich je nach dem Aspektwinkel eine unterschiedliche Farbe. Werden nun einzelne Bereiche des Hologramms mit unter unterschiedlichen Winkeln auftretenden Objekt- und/oder Referenzstrahlen aufgenommen, lassen sich für den Betrachter Bereiche mit unterschiedlichen Farben erzeugen.

Ein Verfahren zur Herstellung derartiger dekorativer Hologramme, die bei ihrer Betrachtung Bereiche mit unterschiedlichen Farbeindrücken aufweisen, ist aus der EP-PS 64 067 (Mc Grew) bekannt. Um nach diesem bekannten Verfahren ein derartiges dekoratives Hologramm zu erzeugen, ist es erforderlich, Masken zu verwenden, die bei jeder Belichtung des lichtempfindlichen Materials mit dem ein Hologramm erzeugenden Objekt- und Referenzstrahlen die nicht zu belichtenden Bereiche abdecken. Dabei können zur Belichtung der von den Masken nicht abgedeckten Bereiche reale mit einem Laserstrahl beleuchtete Objekte, von denen der Referenzstrahl abgespalten wird, oder aber auch Masterhologramme verwendet werden, die mit einem Laserstrahl angestrahlt werden, so daß der mit aufzuzeichnende Objekt- oder Referenzstrahl rekonstruiert wird.

Durch die Verwendung der notwendigen Masken ist jedoch das bekannte Verfahren zur Herstellung von 2D-Hologrammen verhältnismäßig aufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs angegebenen Art zu schaffen, nach dem sich ausgehend von Vorlagen holographisch optischer Elemente (HOE) Hologramme herstellen lassen, die gewünschte Ausschnitte der Vorlagen enthalten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein die Vorlage bildendes holographisches optisches Element (HOE) punkt- oder zeilenweise mit einem Laserstrahl über einen Bereich abgetastet wird, der in das herzustellende Hologramm übernommen werden soll, und daß zur Aufnahme des herzustellenden Hologramms lichtempfindliches Material, vorzugsweise eine lichtempfindliche Schicht, an eine Stelle angeordnet wird, die gleichzeitig mit dem rekonstruierten Objekt- oder Referenzstrahl und dem diesen rekonstruierenden Laserstrahl beaufschlagt wird. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich in besonders einfacher Weise ausgehend von Masterhologrammen oder eine Vorlage bildenden Hologrammen Hologramme herstellen, weil sich die das lichtempfindliche Material belichtenden Laserstrahlen, die aus dem HOE den Objekt- oder Referenzstrahl rekonstruieren, über die zu belichtenden Bereiche punkt- oder zeilenweise, beispielsweise durch ein übliches CAD-System, steuern lassen.

Besonders einfach ist das Verfahren, wenn eine Schicht aus lichtempfindlichen Material unmittelbar hinter oder auf das HOE gelegt wird, je nachdem ob es sich bei diesem um ein Transmissions- oder Reflexionshologramm handelt. Das paarweise Zusammenlegen

der lichtempfindlichen Schicht mit dem ganz oder teilweise zu kopierenden HOE ist möglich, wenn der auftretende Laserstrahl der Objektstrahl ist, der dann aus dem HOE den Referenzstrahl rekonstruiert.

Um beispielsweise bei einem 2D-Hologramm Bereiche mit unterschiedlichen Farben bei Betrachtung aus demselben Aspektwinkel zu haben, werden unterschiedliche Bereiche der Schicht aus lichtempfindlichen Material unter Verwendung unterschiedlicher HOE oder derselben HOE mit unter verschiedenen Winkeln auftretenden Laserstrahlen belichtet.

Um in dem hergestellten Hologramm unterschiedliche Farbbereiche zu haben, kann das lichtempfindliche Aufzeichnungsmaterial auch stationär gehalten und das HOE bei aufeinanderfolgenden Belichtungen unterschiedlicher Bereiche verschoben werden. Da auf dem HOE nur eine Ortsfrequenz gespeichert ist, ändert sich durch dessen Verschieben bei dem Kopieren durch zeilen- oder punktweise Übertragung entsprechend auch die Ortsfrequenz auf dem belichteten Filmmaterial, durch den geänderten Winkel zwischen nullter und erster Beugungsordnung.

Unterschiedliche Farbeffekte unterschiedlicher Bereiche des herzustellenden Hologramms können dann erzielt werden, wenn in dem die Vorlage bildenden HOE eine Spaltlichtquelle und eine divergente Lichtquelle gespeichert sind, so daß Regenbogenhologramme kopiert werden.

Ist es erwünscht, Schwarz-Weiß-Hologramme herzustellen, was beispielsweise zur Erzeugung fälschungssicherer Hologramme unter Verwendung zusätzlicher Farbfilter (siehe EP 1 77 852) erforderlich sein kann, wird in einer Ausführungsform z. B. ein die Vorlage bildendes HOE, das mit zwei divergenten Lichtwellen aufgenommen wurde, verwendet. Auf diese Weise werden achromatische Hologramme erzeugt.

Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das lichtempfindliche Aufzeichnungsmaterial zwischen aufeinanderfolgenden Belichtungen gedreht wird. Durch diese Drehung des Aufzeichnungsmaterials um eine senkrecht auf der Ebene des Vorlage-HOE stehende Achse kann ein sogenannter Kinegramm-Effekt erzeugt werden, bei dem beim Betrachten des Hologramms je nach Aspektwinkel neue Bilder erscheinen bzw. Bilder unter unterschiedlichen Aspektwinkeln betrachtet werden können. Wird zusätzlich zu diesem Kinegramm-Effekt eine Farbverschiebung gewünscht, muß bei der Aufnahme zusätzlich zu der Drehung des lichtempfindlichen Aufzeichnungsmaterials zugleich auch eine translatorische Verschiebung des Vorlage-HOE erfolgen.

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Hologramms wird der Laserstrahl zeilenweise durch zwei Spiegel gesteuert, von denen einer den Zeilen (x-Richtung) und der andere den Abständen aufeinanderfolgender Zeilen (y-Richtung) zugeordnet ist.

Die Spiegel können durch einen Rechner, beispielsweise ein handelsübliches CAD-System, gesteuert werden.

Um die Zeilenlänge steuern zu können, kann ein Amplitudenmodulationsschalter für den Laserstrahl vorgesehen werden, der beispielsweise aus einer üblichen Pockelszelle bestehen kann.

Statt eines Lasers kann die Aufzeichnung auch durch eine Laserdiode erfolgen, die jeweils entsprechend der Zeilenlänge durch ein CAD-System angesteuert wird.

Bei der erfindungsgemäßen Verwendung eines CAD-Systems zur Steuerung der zu belichtenden Flächen

kann in dem Rechner selbst die Vorlage gespeichert sein, wobei Vergrößerungen und Verkleinerungen ohne weiteres möglich sind.

Das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Hologramm kann in üblicher Weise als Vorlage zur Herstellung von Prägestempeln zur Massenherstellung von Hologrammen verwendet werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellt, aus deren einziger Figur schematisch eine Anordnung zur Herstellung des erfindungsgemäßen Hologramms ersichtlich ist.

Die aus der Zeichnung ersichtliche Anordnung zur Herstellung eines Hologramms besteht aus einer üblichen Laserlichtquelle, die über eine Pockelszelle 2 eine Scanner-Optik 3 beaufschlagt, die bekannter Art ist und astigmatische Fehler kompensiert. Der Laserstrahl fällt sodann auf einen ersten Scannerspiegel 4 und wird von diesem auf den zweiten Scannerspiegel 5 reflektiert. Von diesem Scannerspiegel 5 wird der Laserstrahl auf das der Vorlage dienende HOE 7 reflektiert und durchdringt dieses und wird als Objektstrahl auf der lichtempfindlichen Schicht 8 aufgezeichnet. Der Laserstrahl rekonstruiert aus dem HOE den Referenzstrahl, der mitaufgezeichnet wird, so daß in der lichtempfindlichen Schicht 8 ein entsprechendes Hologramm entsteht.

Die beiden Scannerspiegel 4, 5 und die Pockelszelle 2 werden über das CAD-System 6 angesteuert, das durch die Tastatur 12 bedient werden kann, wobei Informationen, beispielsweise über die abzutastenden Bereiche des HOE, auf dem Monitor 11 dargestellt werden können.

Zur Erzeugung unterschiedlicher Farbeffekte kann beispielsweise das HOE 7 in Richtung des Doppelpfeils 13 verschoben werden, so daß der rekonstruierte Referenzstrahl unter entsprechend unterschiedlichen Winkeln einfällt.

Zur Veränderung des Einfallwinkels des Laserstrahls können zusätzliche und ebenfalls steuerbare Spiegel vorgesehen werden.

Aufzeichnungsmaterials verschoben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem HOE eine Spaltlichtquelle (Regenbogenhologramm) und eine divergente Lichtquelle gespeichert sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem HOE zwei divergente Lichtquellen (achromatisches Hologramm) gespeichert sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtempfindliche Aufzeichnungsmaterial zwischen aufeinanderfolgenden Belichtungen (zeilenweise Belichtung bestimmter Bereiche) gedreht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl zeilenweise durch zwei Spiegel gesteuert wird, von denen einer den Zeilen (x-Richtung) und der andere dem Abstand aufeinanderfolgender Zeilen (y-Richtung) zugeordnet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegel durch einen Rechner (CAD-System) gesteuert werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Amplitudenmodulator für den Laserstrahl vorgesehen ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl von einer durch das CAD-System gesteuerten Laserdiode erzeugt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das hergestellte Hologramm als Vorlage zur Herstellung eines Prägestempels verwendet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von 2D- und/oder 3D-Hologrammen, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Vorlage bildendes holographisches optisches Element (HOE) punkt- oder zeilenweise mit einem Laserstrahl über einen Bereich abgetastet wird, der in das herzustellende Hologramm übernommen werden soll, und daß zur Aufnahme des herzustellenden Hologramms lichtempfindliches Material an eine Stelle angeordnet wird, die gleichzeitig mit dem rekonstruierten Objekt- oder Referenzstrahl und dem diesen rekonstruierenden Laserstrahl beaufschlagt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schicht aus lichtempfindlichen Material hinter oder auf das HOE gelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Bereiche der lichtempfindlichen Schicht unter Verwendung unterschiedlicher HOE oder derselben HOE mit unter verschiedenen Winkeln auftreffenden Referenz- oder Objektstrahlen belichtet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtempfindliche Aufzeichnungsmaterial stationär gehalten und das HOE bei aufeinanderfolgenden Belichtungen unterschiedlicher Bereiche des lichtempfindlichen

